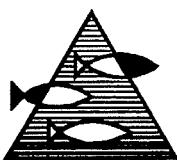


PROSJEKTRAPPORT

ISSN 0071-5638



HAVFORSKNINGSINSTITUTTET

MILJØ - RESSURS - HAVBRUK

Nordnesgaten 50 Postboks 1870 5024 Bergen

Tlf.: 55 23 85 00 Faks: 55 23 85 31

Forskningsstasjonen

Flødevigen

4817 His

Tlf.: 37 05 90 00

Faks: 37 05 90 01

Austevoll

Havbruksstasjon

5392 Storebø

Tlf.: 56 18 03 42

Faks: 56 18 03 98

Matre

Havbruksstasjon

5198 Matredal

Tlf.: 56 36 60 40

Faks: 56 36 61 43

Distribusjon:

ÅPEN

HI-prosjektnr.:

0106

Oppdragsgiver(e):

Fylkesmannen i

Aust-Agder

Oppdragsgivers referanse:

Rapport:

FISKEN OG HAVET

NR. 14 -1998

Tittel:

UTPRØVING AV SFT'S KLASSIFISERINGS-
SYSTEM FOR FJORDER OG KYSTFARVANN-
VIRKNING AV NÆRINGSSALTER

Senter:

Forskningsstasjonen
Flødevigen

Seksjon:

Forskningsstasjonen
Flødevigen

Forfatter(e):

Einar Dahl og Pia Backe-Hansen

Antall sider, vedlegg inkl.:

21

Dato:

06.10.1998

Sammendrag:

Statens Forurensningstilsyn (SFT) har gitt ut en veiledning til et system for klassifisering av miljøtilstand og forurensningsgrad i fjorder og kystfarvann hvor ulike klasser fra I (meget god) til V (meget dårlig) skal benyttes. Prosjektet gikk ut på å se nærmere på klassegrensene for næringssalter for å klargjøre om de er hensiktsmessige, samt å vurdere om systemet er passende for lokal overvåking. Fosfatmålingene viste betydelig bedre vannkvalitet om sommeren enn om vinteren, klassegrensene for denne parameteren bør muligens justeres. Det er en tendens til at det oftere registreres god vannkvalitet med hensyn på konsentrasjoner av fosfat, nitrat, total nitrogen og ammonium, langs kysten av Skagerrak om sommeren enn om vinteren. På en stasjon ble det målt forhøyede konsentrasjoner av fosfat og total fosfor, som trolig skyldtes et lokalt kloakkutslipp.

Emneord - norsk:

1. næringssalter
2. klassifisering
3. overvåking

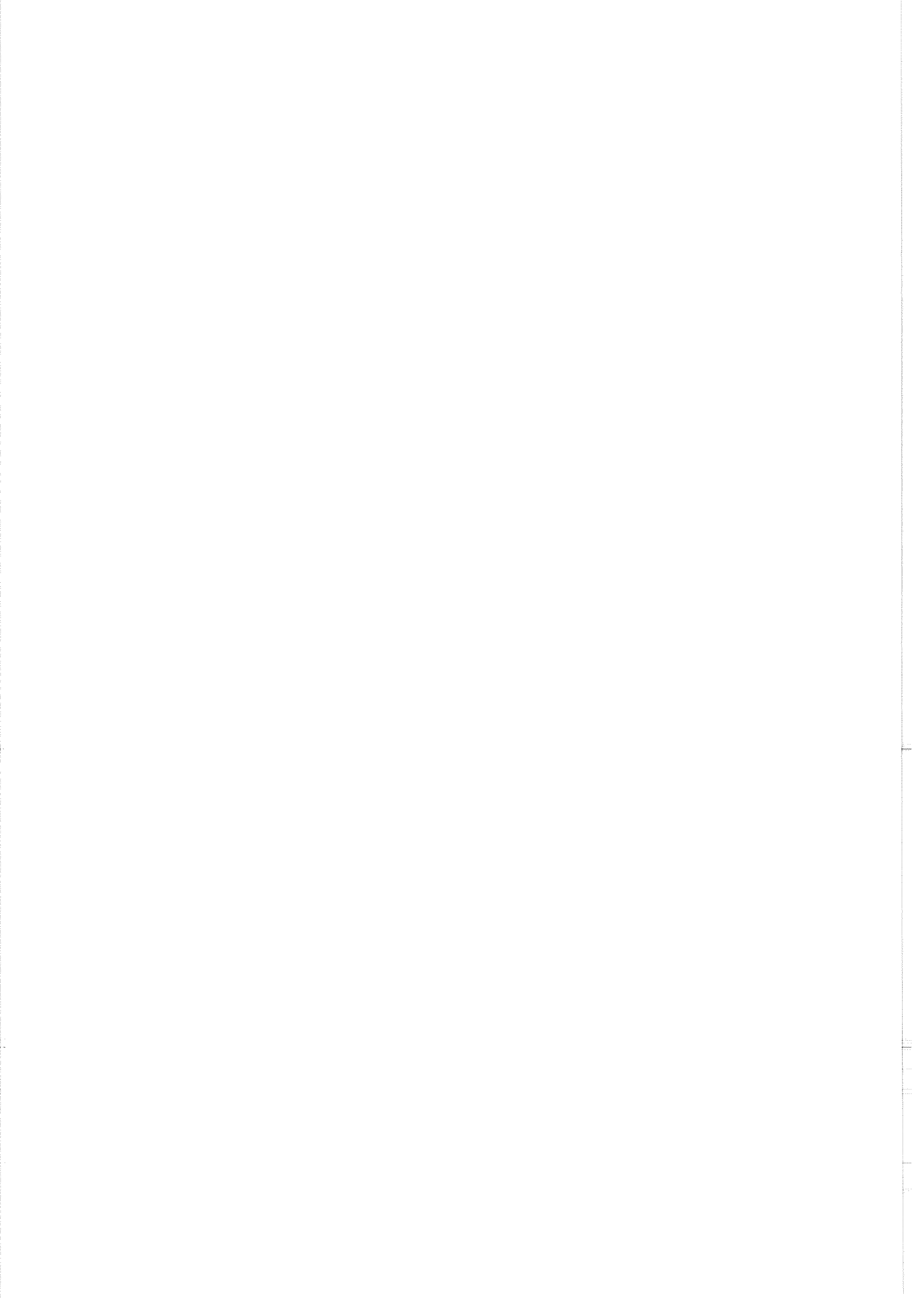
Emneord - engelsk:

1. nutrients
2. classification
3. monitoring

Prosjektleder

Seksjonsleder

K 5688



FORORD

Statens Forurensningstilsyn (SFT) har nylig gitt ut veiledninger for klassifisering av vannkvalitet. De tenkes brukt til beskrivelse av vannkvalitet og forurensningstilstand langs kysten på en enhetlig måte.

På oppdrag fra Fylkesmannen i Aust-Agder har vi anvendt dette klassifiserings-verktøyet, med hensyn på næringsalter, på fire stasjoner i Arendalsområdet med to målsettinger:

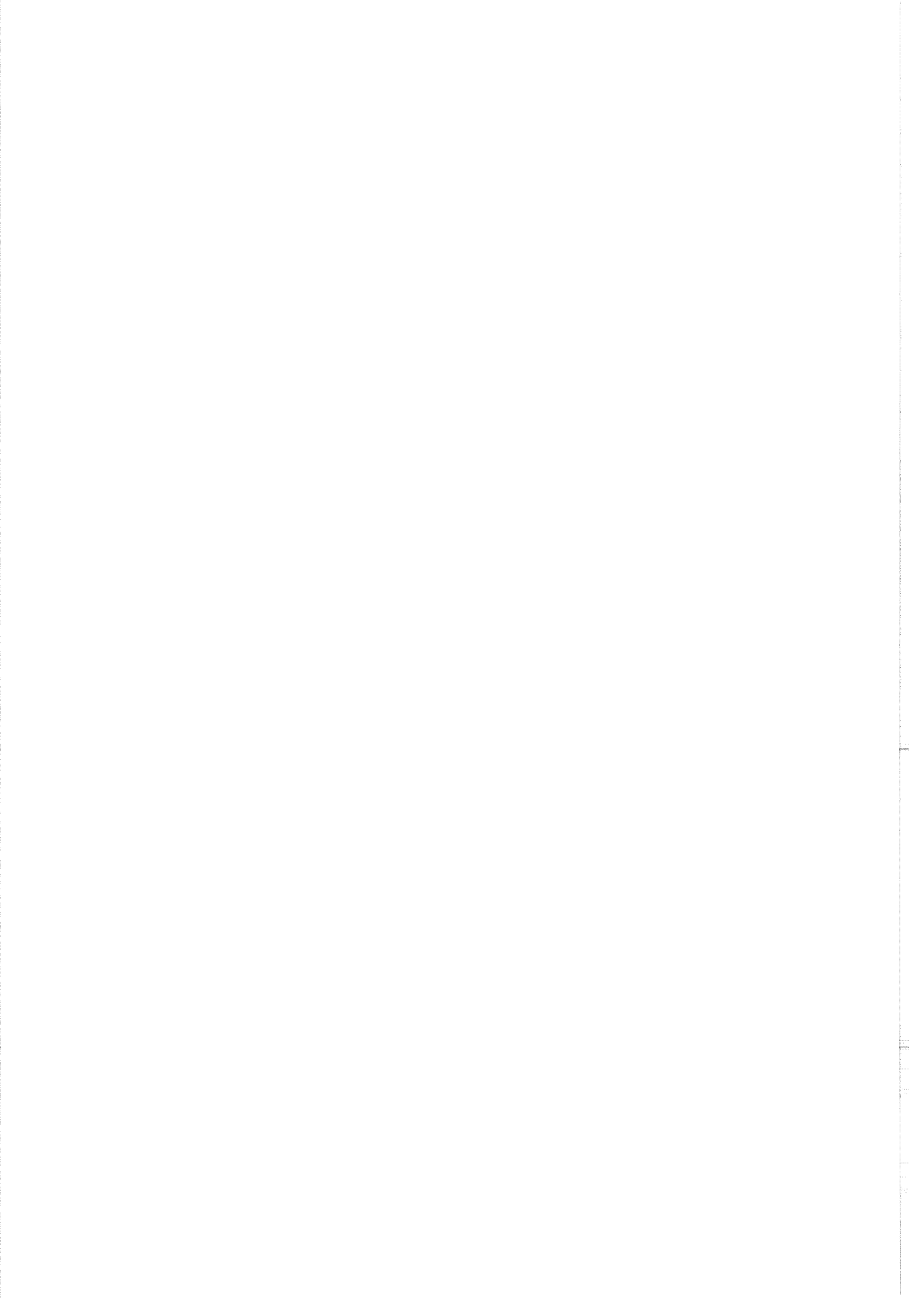
- 1) Er valg av klassegrenser hensiktsmessig?
- 2) Er systemet hensiktsmessig for lokal overvåkning?

Budsjettrammene ble mindre enn opprinnelig påregnet, slik at prøvegrunnlaget måtte reduseres. Vi mener likevel å kunne trekke noen nyttige konklusjoner fra bruken av dette klassifiseringssystemet i praksis.

Dette er et delprosjekt under hovedprosjektet "Miljøstatus i Aust-Agder", et mer omfattende arbeid vi utfører for Fylkesmannen og kystkommuner i Aust-Agder.

Prøvene er samlet med Forskningsfartøyet G.M. Dannevig. Terje Jåvold, Lena Omli og Anita Reisvaag, ved Havforskningsinstituttet Forskningsstasjonen Flødevigen, har utført feltarbeid, analysearbeid og databearbeidelse. Mannskapet og kolleger takkes for god hjelp.

Einar Dahl
prosjektleder



INNHOLDSFORTEGNELSE

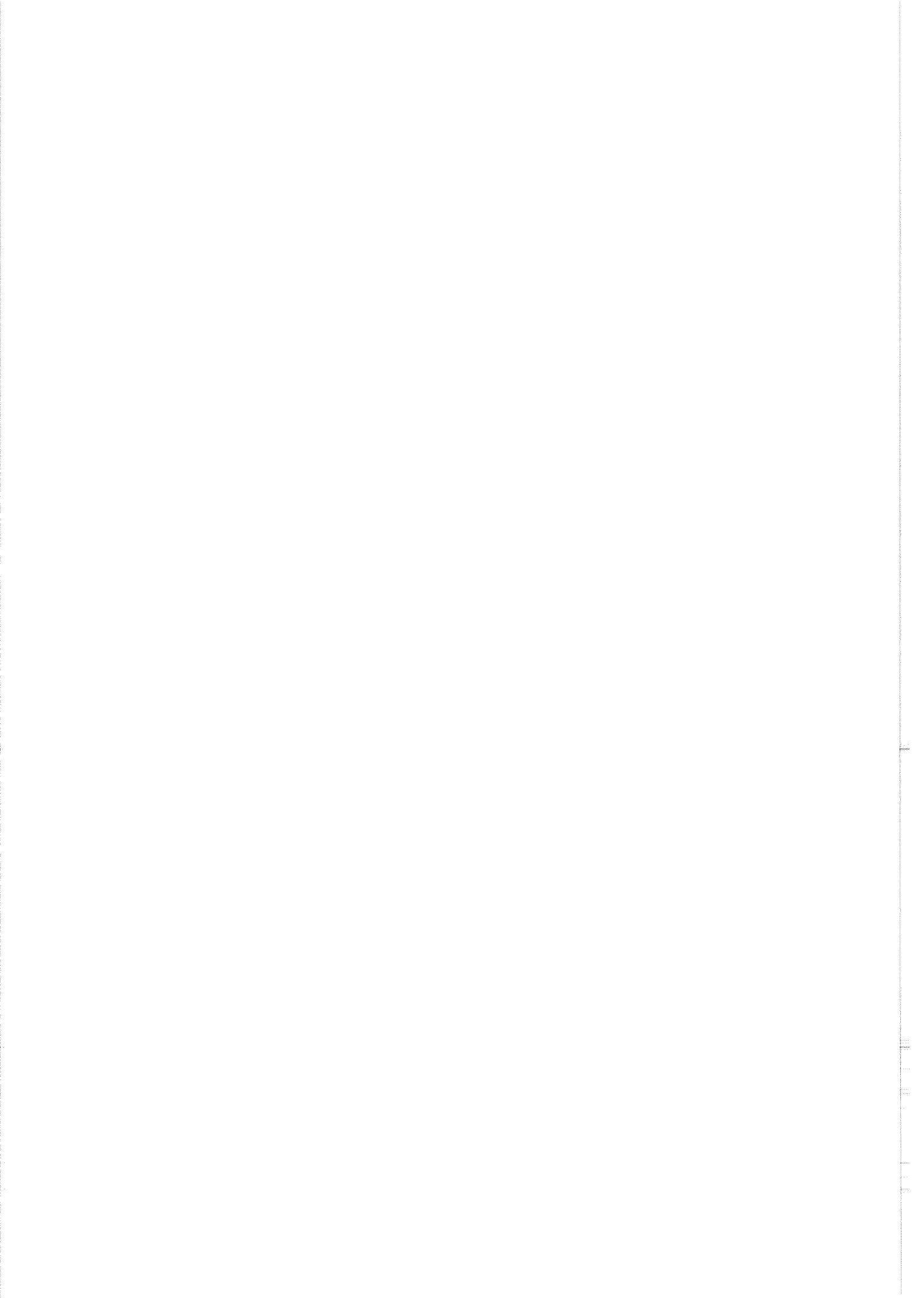
FORORD

SAMMENDRAG

ABSTRACT

| | side |
|------------------------|------|
| 1. INNLEDNING | 5 |
| 2. MATERIALE OG METODE | 7 |
| 3. RESULTATER | 9 |
| 4. DISKUSJON | 15 |
| 5. KONKLUSJON | 18 |
| 6. LITTERATUR | 19 |

APPENDIKS

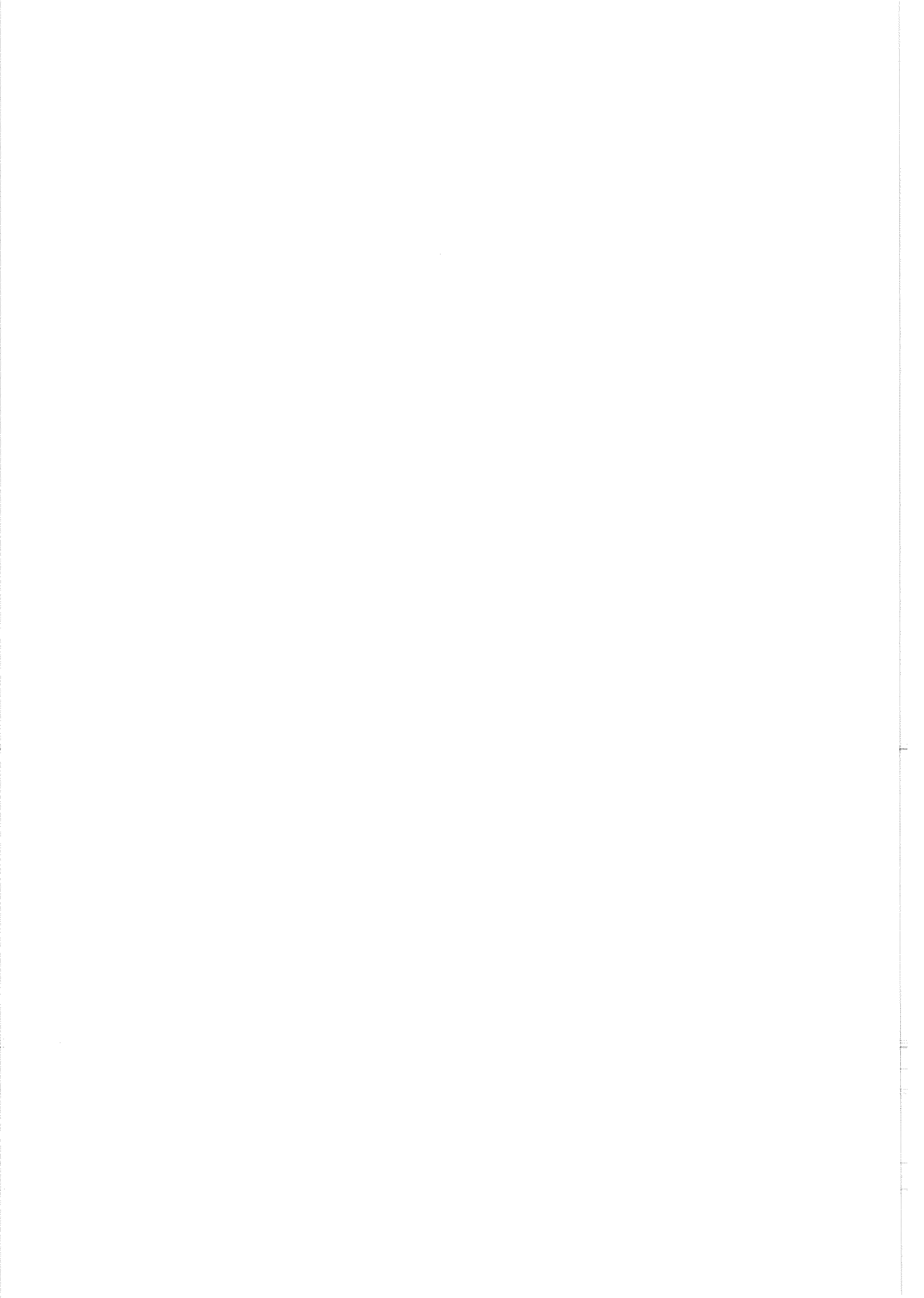


SAMMENDRAG

SFT har gitt ut en veiledning til et system for klassifisering av miljøtilstand og forurensningsgrad i fjorder og kystfarvann hvor ulike klasser fra I (meget god) til V (meget dårlig) skal benyttes. Prosjektet gikk ut på å se nærmere på klassegrensene for næringsalter for å klargjøre om de er hensiktsmessige, samt å vurdere om systemet er passende for lokal overvåkning. Vannprøver ble samlet inn på stasjonene Ærøya, Utnes, Galtesund og Arendal, samt en referansestasjon, stasjon 2, i januar/februar og august 1997, og analyser av næringsalter og klorofyll *a* ble utført. Generelt viste det seg at konsentrasjonen av fosfat korrelerte med saltholdigheten, mens konsentrasjonen av nitrat viste omvendt korrelasjon med saltholdigheten. Fosfatmålingene viste betydelig bedre vannkvalitet om sommeren enn om vinteren. Klassegrensene for denne parameteren bør muligens justeres. Dette kan gjøres ved å sette strengere krav til grenseverdier for klasse I om sommeren. De andre parametrene viste relativt bra balanse mellom sommer og vinter. Men det er en tendens til at det oftere registreres god vannkvalitet med hensyn på konsentrasjoner av fosfat, nitrat, total nitrogen og ammonium, langs kysten av Skagerrak om sommeren enn om vinteren. På en stasjon målte vi forhøyede konsentrasjoner av fosfat og total fosfor, som trolig skyldtes et lokalt kloakkutslipp. Kloakk inneholder også store mengder ammonium, men resultatene antyder at denne parameteren er mer usikker enn fosfat som kriterie for å identifisere områder med lokal kloakkpåvirkning.

ABSTRACT

*The Norwegian State Pollution Control Authority (SFT) has edited a system for classification of environmental quality in fjords and coastal waters. The usefulness of this classification system concerning nutrients and chlorophyll has been examined. Water samples from five stations were collected in January/February and August 1997, and nutrients and chlorophyll *a* were analysed. When using the classification system we generally recorded a better water quality in summer than in winter, most pronounced for phosphate. On one station we measured enhanced levels of phosphate which could have been due to local discharge of sewage.*



1. INNLEDNING

Statens forurensningstilsyn (SFT) ga i 1993 ut veiledninger for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Veiledning nr. 93:04 (RYGG og THÉLIN 1993a) omhandlet virkninger av næringssalter. Systemet var tenkt brukt til klassifisering av miljøtilstand og forurensningsgrad i 5 ulike klasser fra god/lite forurenset til meget dårlig/meget sterkt forurenset. Klassegrensene ble laget ved å anvende statistikk på eksisterende data (RYGG 1993). Foreløpig er systemet lite prøvet i praksis. Opprinnelig var det ikke tenkt å omfatte utpregete brakkvannsområder eller åpent hav, men avgrensning mot slike områder var ikke nærmere konkretisert. Hovedhensikten med klassifiseringssystemet er å gi enhetlige normer for vurdering av tilstand, enhetlig grunnlag for vurdering av behov for tiltak og for fastsettelse av miljømål for en vannforekomst, samt å bedre sammenlignbarheten av miljøtilstand mellom vannforekomster. Klassifiseringssystemet er tenkt som et viktig hjelpemiddel for å vurdere behov for miljøforbedrende tiltak, utarbeide tiltaksplaner og handlingsplaner, samt å kunne vurdere effekter av tiltak. Det ble også laget en kortversjon, Veiledning nr. 93:02 (RYGG og THÉLIN 1993b). Sistnevnte kom i en ny og utvidet utgave sist høst (MOLVÆR *et al.* 1997). For klassifisering av tilstand etter virkninger av næringssalter og organiske stoffer er grenseverdiene fra RYGG og THÉLIN (1993b) i hovedsak beholdt. Justeringer er foretatt i grenseverdier for klorofyll *a*, oksygenforhold og total nitrogennitrogen. Ved klassifisering etter den nye versjonen skilles det mellom vann med saltholdighet over og under 20 psu.

Foreliggende undersøkelse har prøvd ut SFT's klassifiseringssystem for fjorder og kystvann med hensyn på virkning av næringssalter på kysten av Skagerrak, i Arendalsområdet, med spesielt to spørsmål for øyet:

- 1) Er valg av klassegrenser hensiktsmessig?
- 2) Er systemet hensiktsmessig for lokal overvåkning?

Den norske Skagerrakkysten er forholdsvis åpen, uten mange dype og lange fjordarmer, og det er store naturlige variasjoner i "vannkvalitet" fordi mange ulike vannmasser kan opptre i de øvre lag langs denne kyststrekningen (PEDERSEN *et al.* 1996). Samtidig er det helt lokalt i Arendalsområdet noe påvirkning av lokal tilførsel (JACOBSEN *et al.* 1996), og Nidelva munner ut i området. Dette ble ansett som et godt utgangspunkt for å prøve klassifiseringssystemet i en bred og realistisk sammenheng, på en kyststrekning som brukes

av mange. Kommunene langs kysten har nylig etablert, eller er i ferd med å etablere renseanlegg, og vil i økende grad bli overlatt ansvaret for tilstandsvurdering og overvåkning av sine lokale, marine resipienter. I den forbindelse er det naturlig å spørre seg om SFT's kriterier vil være hensiktsmessig å bruke, både for å beskrive tilstand og for å vurdere virkninger av lokale utslipp før og eventuelt etter tiltak.

2. MATERIALE OG METODER

I løpet av 1997 ble det samlet inn vannprøver på fem stasjoner i Arendalsområdet (Tabell 1). Den ene stasjonen, st. 2, ligger 1 nautisk mil utenfor Torungen (Fig. 1). Den inngår i snittet Torungen-Hirtshals som Forskningsstasjonen Flødevigen har utført næringssaltmålinger på tilbake til 1980. Fra 1990 har den også inngått i prosjektet "Langtidsovervåkning av miljøkvaliteten i kystområdene av Norge" (MOY *et al.* 1997). Den er å betrakte som en referansestasjon til de andre stasjonene som kan tenkes å være utsatt for lokal påvirkning. Stasjonen Ærøya ligger der utslippet fra renseanlegget ved Utnes nå munner ut på ca. 40 m dyp. Stasjonen Utnes ligger nær utløpet av Nidelva. Mens stasjonene Galtesund og Arendal havn representerer områder som både mottar noen lokale kloakkutslipp og påvirkes av Nidelva (JACOBSEN *et al.* 1996).

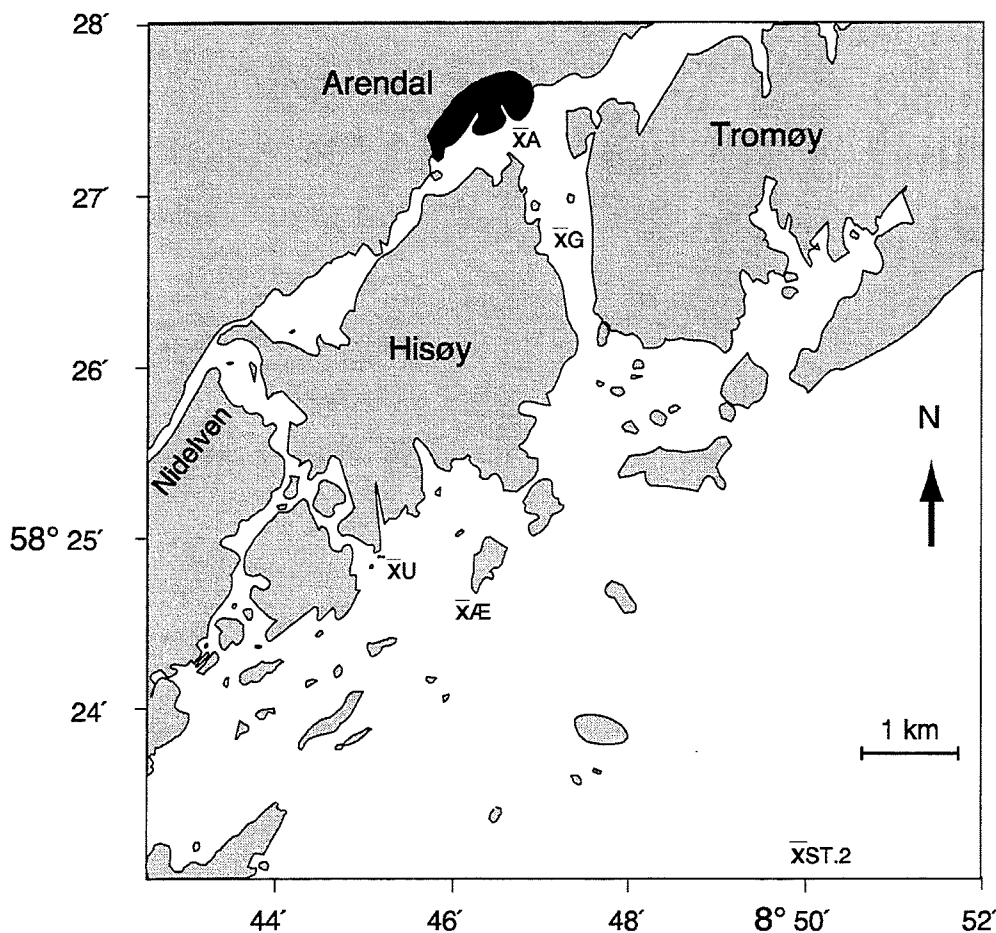
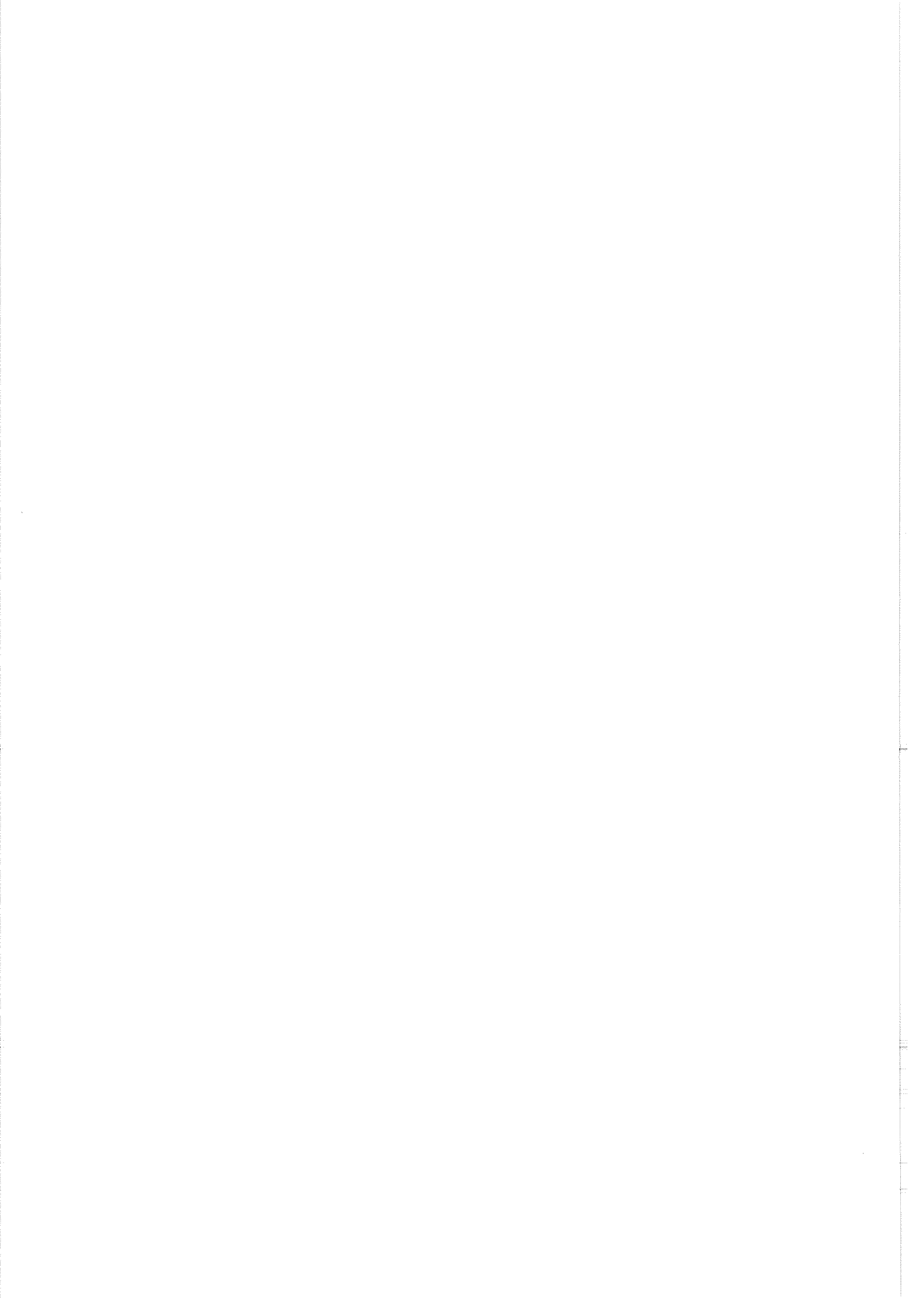


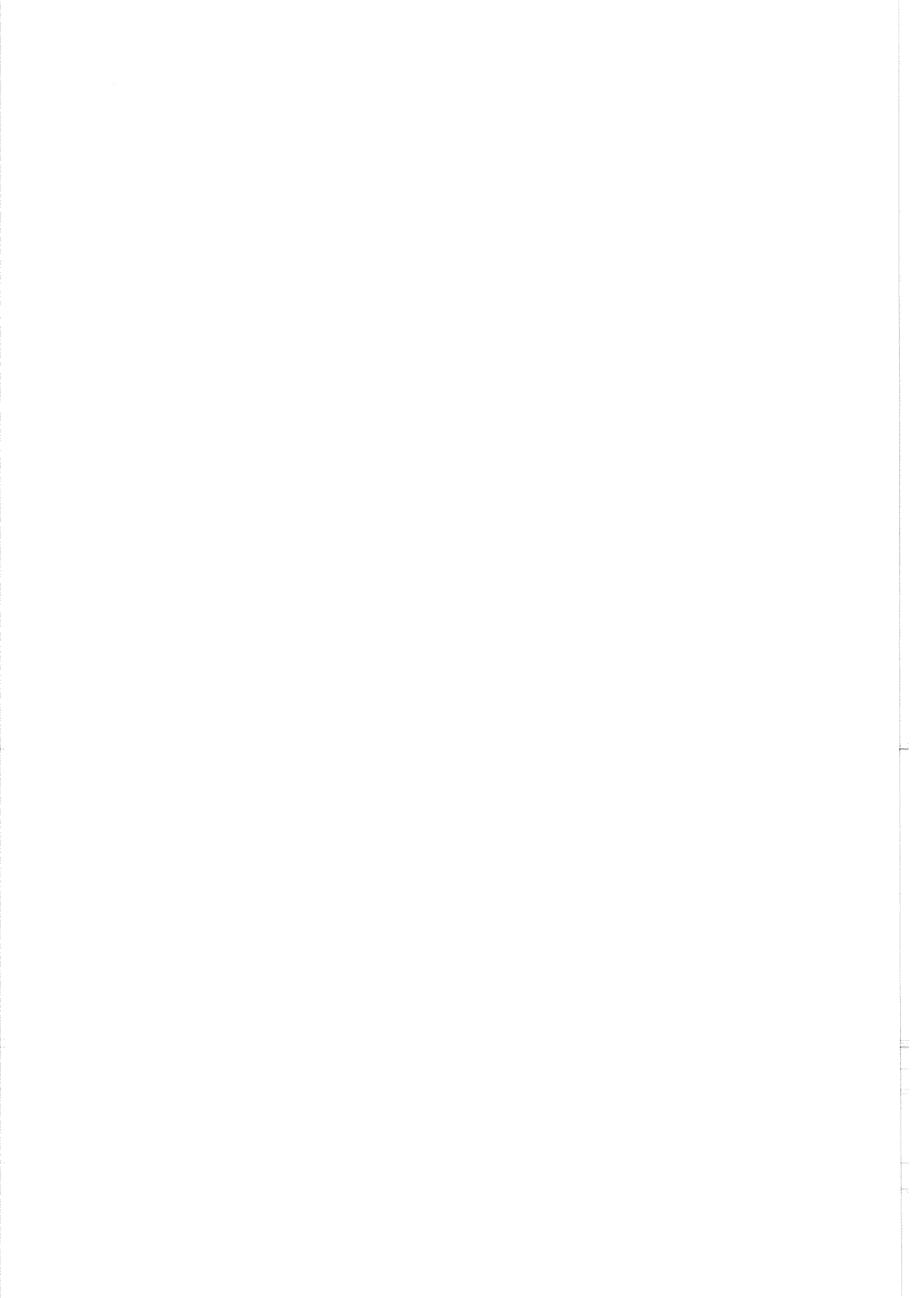
Fig. 1. Kart som viser stasjonene Ærøya, Utnes, Galtesund, Arendal og st. 2. (Map of the stations Ærøya, Utnes, Galtesund, Arendal and st. 2.)



Tabell 1. De enkelte stasjoners posisjon og ekkodyp. (*Positions and echo depth of the stations.*)

| Stasjon | Sted | Posisjon | | Ekkodyp (m) |
|---------|-----------|------------|------------|-------------|
| Æ | Ærøya | 58°24,63'N | 08°45,97'E | 40 |
| U | Utnes | 58°24,81'N | 08°45,00'E | 26 |
| G | Galtesund | 58°27,45'N | 08°46,43'E | 47 |
| A | Arendal | 58°27,45'N | 08°46,43'E | 26 |
| St. 2 | 1 nm | 58°23 N | 08°50 E | 105 |

Innsamlingen foregikk 3 ganger i vinterperioden, 27. januar, 10. februar og 24. februar, og to ganger i sommerperioden, 11. august og 25. august. Prøver ble samlet i 0, 5 og 10 m dyp, ved Ærøya også på 20 og 30 m. På referansestasjonen, st. 2, taes det prøver ytterligere dypere, på 50 og 75 m. På st. 2 taes et stort antall parametre (MOY *et al.* 1997). I dette prosjektet inngår bare parametrene fosfat, total fosfor, nitrat, ammonium og total nitrogen, som da er tatt på de andre stasjonene. Prøvene er samlet og analysert som vi gjør rutinemessig (AURE *et al.* 1992). For kvalitetssikring av våre analyser er vi med i et internasjonalt analysenettverk, og vi utfører jevnlig parallellanalyser med andre laboratorier i Norden (WELLS 1997, RØGEBERG *et al.* 1997, KRYSELL 1995). Middelerverdi og medianer ble beregnet ut fra 9 vintermålinger og 6 sommermålinger av alle parametrene ved alle stasjonene.



3. RESULTATER

Alle resultatene er samlet i vedleggstabell bakerst (appendiks 1). For å lette oversikten er hver parameter også fremstilt i figur i relasjon til saltholdigheten. Målingene for vinter og sommer er fremstilt for seg. I vinterperioden lå saltholdigheten i de målte prøver fra ca. 22 til 34 psu, og i sommerperioden fra 20 til drøye 32. Øvre grense for hver tilstandsklasse for vann med saltholdighet høyere enn 20 psu er vist i Tabell 2 og er også lagt inn som horisontale linjer i hver figur. Romertall beskriver tilstandsklassene slik: I - meget god, II - god, III - mindre god, IV - dårlig og V - meget dårlig, se MOLVÆR *et al.* (1997).

Tabell 2. Klassifisering av vannkvalitet etter innhold av næringsstoffer og klorofyll *a*. (Classification of water quality according to the content of nutrients and chlorophyll *a*) (Tabellen er fra MOLVÆR *et al.* (1997))

| Parametre | | Tilstandsklasser | | | | |
|---------------|---|------------------|-----------|-------------------|--------------|-------------------|
| | | I Meget god | II God | III Mindre god | IV Dårlig | V Meget dårlig |
| Overflatelag | Total fosfor ($\mu\text{mol l}^{-1}$) | 0,39 | 0,52 | 0,94 | 1,94 | >1,94 |
| Sommer | Fosfat ($\mu\text{mol l}^{-1}$) | 0,13 | 0,23 | 0,52 | 1,61 | >1,61 |
| (juni-august) | Total nitrogen ($\mu\text{mol l}^{-1}$) | 17,86 | 23,57 | 35,71 | 57,14 | >57,14 |
| | Nitrat ($\mu\text{mol l}^{-1}$) | 0,86 | 1,64 | 4,64 | 17,86 | >17,86 |
| | Ammonium ($\mu\text{mol l}^{-1}$) | 1,36 | 3,57 | 14,29 | 23,21 | >23,21 |
| | Klorofyll <i>a</i> ($\mu\text{g l}^{-1}$) | 2 | 3,5 | 7 | 20 | >20 |
| Overflatelag | Total fosfor ($\mu\text{mol l}^{-1}$) | 0,68 | 0,81 | 1,35 | 1,94 | >1,94 |
| Vinter | Fosfat ($\mu\text{mol l}^{-1}$) | 0,52 | 0,68 | 1,10 | 1,61 | >1,61 |
| (desember- | Total nitrogen ($\mu\text{mol l}^{-1}$) | 21,07 | 27,14 | 40 | 57,14 | >57,14 |
| februar) | Nitrat ($\mu\text{mol l}^{-1}$) | 6,43 | 8,93 | 16,07 | 25 | >25 |
| | Ammonium ($\mu\text{mol l}^{-1}$) | 2,36 | 5,36 | 11,07 | 23,21 | >23,21 |

Middelverdier og medianer for hver stasjon var nokså samsvarende, men fordi de er beregnet ut fra forholdsvis få målinger, 9 om vinteren og 6 om sommeren, så var spriket noen ganger relativt stort (Tabell 3). De absolutte verdiene for middelverdier og medianer lå likevel så nær hverandre at de i det store og hele indikerte samme tilstandsklasse, se Tabell 2 og 3. Silikat er å betrakte som en hjelpeparameter, som indikerer påvirkning av elvevann.

Av alle fosfatmålingene om vinteren falt 25 i klasse I, 19 i klasse II og 1 i klasse III. For sommeren falt alle målingene i klasse I (Fig. 2 A og B). De høyeste verdiene var vanligvis å finne i vann med litt høyere saltholdighet. Klarest sees økende fosfatkonsentrasjon med

økende saltholdighet om vinteren. Enkeltstående høye fosfatkonsentrasjoner i vann fra 20 og 30 m ved Ærøya er nærliggende å knytte til kloakkutslippet like ved (Fig. 4 A og B). Konsentrasjonen av total fosfor om vinteren viste også en god sammenheng med økende saltholdighet, men ikke så klart om sommeren (Fig. 2 C og D). Som for fosfat så er enkeltstående, høye konsentrasjoner av total fosfor i vann fra 20 og 30 m ved Ærøya nærliggende å knytte til kloakkutslippet like ved (Fig. 4 C og D). Middelerdiene for fosfat om vinteren (Tabell 3) lå relativt nært opptil grensen for tilstandsklasse I.

Av alle nitratmålingene om vinteren falt 15 i klasse I, 27 i klasse II og 3 i klasse III, mens sommermålingene viste 26 verdier i klasse I, 1 i klasse II og 3 i klasse III. Om vinteren var det en tydelig tendens til økende nitratverdier ved lavere saltholdigheter. Også om sommeren ble de høyeste konsentrasjonene målt i vann med nedsatt saltholdighet og i nærheten av utløpet til Nidelva, Utnes (Fig. 2 E og F). Der var det samtidig høye silikatverdier som en indikasjon på elvepåvirkning. Vannkvaliteten vurdert etter innhold av total nitrogen synes gjennomgående bedre enn for innhold av nitrat, både sommer og vinter, og sammenhengen med saltholdigheten var ikke klar (Fig. 3 A og B). Middelerdiene og medianer for nitrat om vinteren var over grensen for klasse I ved alle stasjonene (Tabell 3). Tilsvarende verdier for total nitrogen lå under grensen både sommer og vinter.

Målingene av ammonium falt i store trekk i klasse I om vinteren, og bare i klasse I om sommeren (Fig. 3 C og D). Noen enkeltstående høyere konsentrasjoner ble registrert ved Ærøya og kan skyldes utslippet av kloakk der. Det bør imidlertid bemerkes at noen av de høyere verdiene stammer fra 20 og 30 m dyp, som er noe dypere enn kriteriene vanligvis anvendes. Om vinteren var det en tendens til minkende ammoniumkonsentrasjon ved økende saltholdighet. Alle middelerdiene og medianer for ammonium både sommer og vinter lå under grensen for klasse I.

Klorofyll *a*-målingene lå hovedsakelig innenfor klasse I, kun 3 målinger (fra Ærøya, Utnes og Galtiesund) var i klasse II (Fig. 4 E). Resultatene viste generelt økende klorofyllverdier ved økende saltholdighet. Middelerdiene og medianer lå under grensen for klasse I, som er 2 $\mu\text{g liter}^{-1}$, ved alle stasjonene.



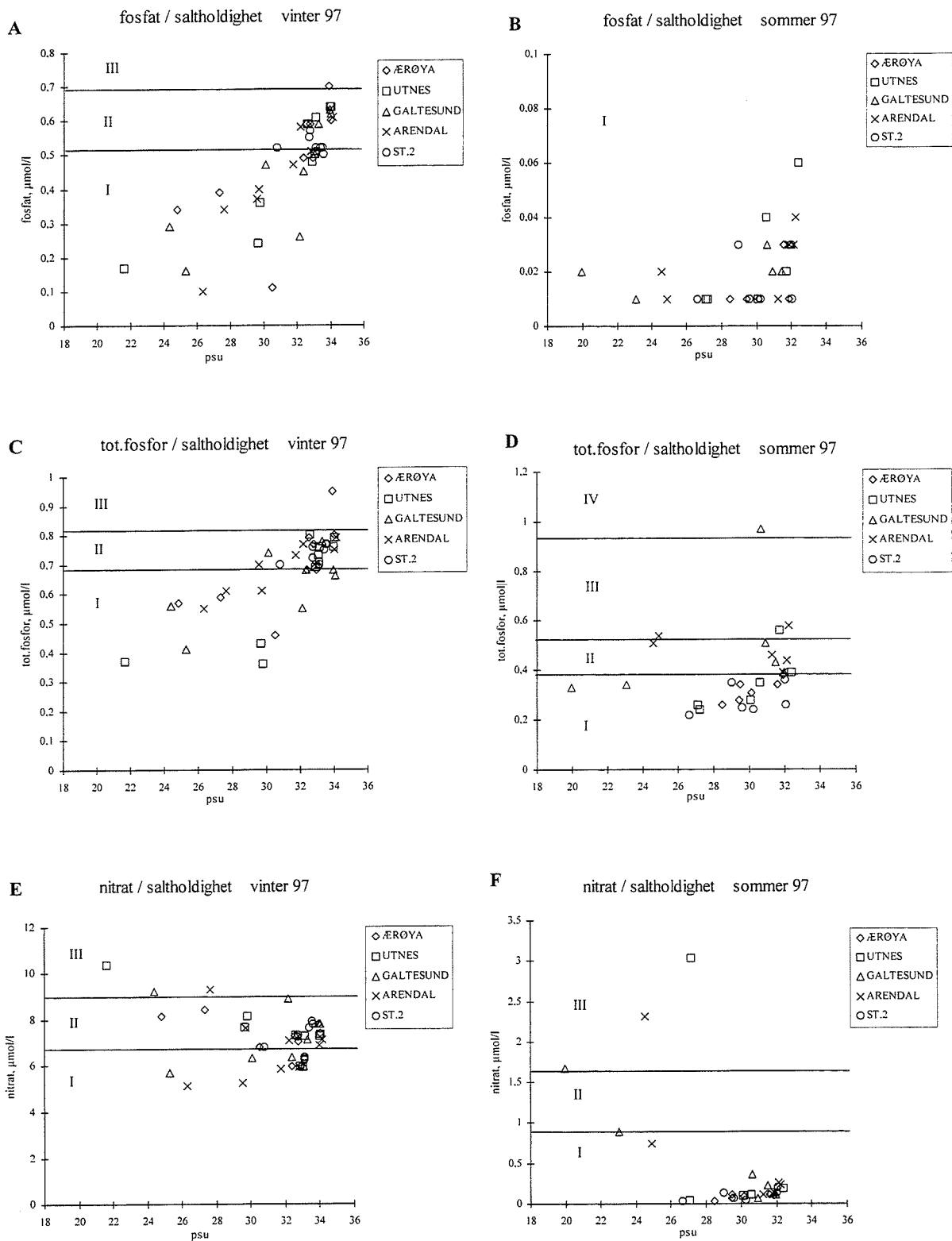


Fig. 2. Saltholdighet (psu) og fosfat (μmol^{-1}) vinter A) og sommer B), total fosfor (μmol^{-1}) vinter C) og sommer D) og nitrat (μmol^{-1}) vinter E) og sommer F) ved alle stasjonene i 0-10 m. (Salinity (psu) and phosphate (μmol^{-1}) winter A) and summer B), total phosphorus (μmol^{-1}) winter C) and summer D) and nitrate (μmol^{-1}) winter E) and summer F) at all stations in 0-10 m.)

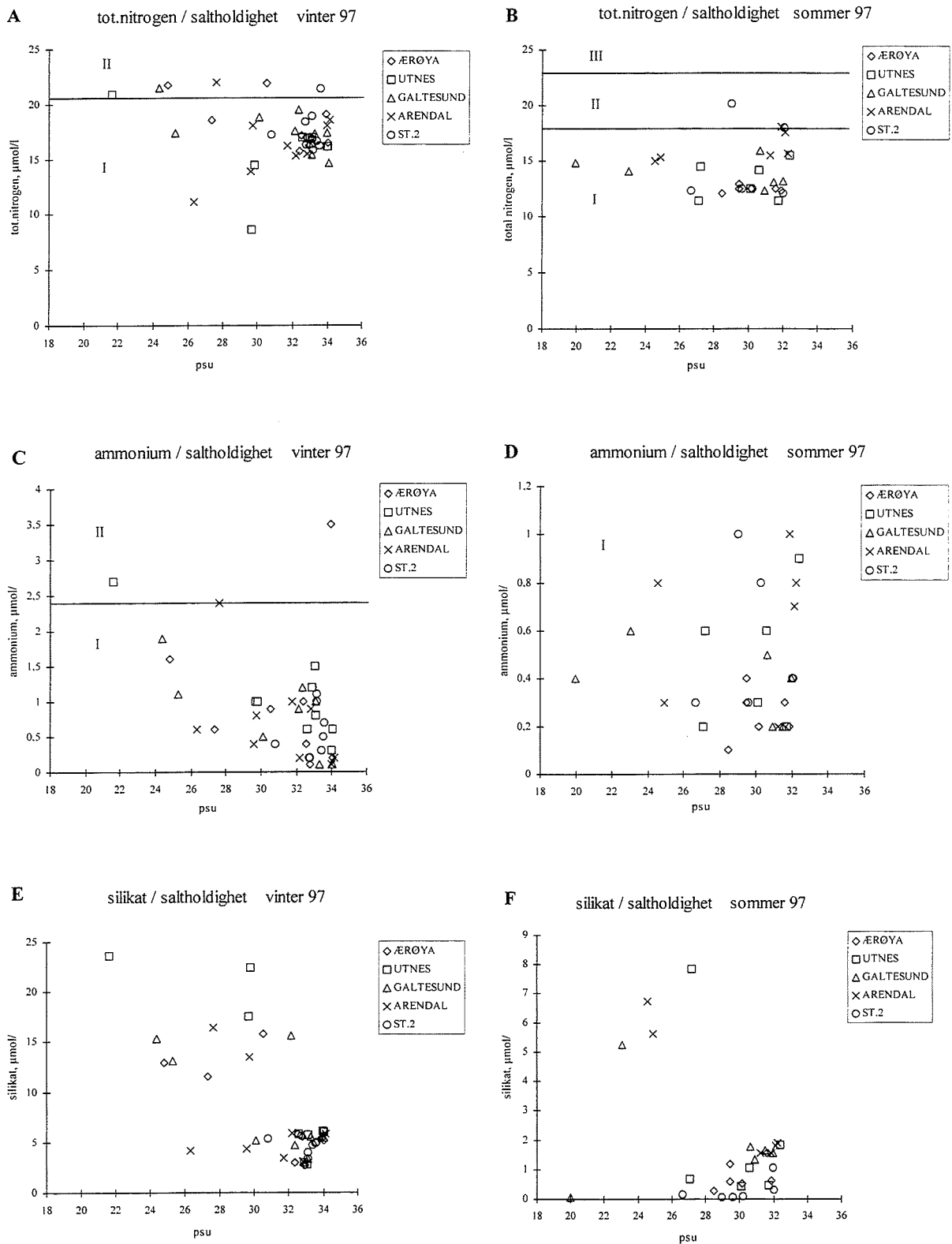


Fig. 3. Saltholdighet (psu) og total nitrogen ($\mu\text{mol l}^{-1}$) vinter A) og sommer B), ammonium ($\mu\text{mol l}^{-1}$) vinter C) og sommer D) og silikat ($\mu\text{mol l}^{-1}$) vinter E) og sommer F) ved alle stasjonene i 0-10 m. (Salinity (psu) and total nitrogen ($\mu\text{mol l}^{-1}$) winter A) and summer B), ammonium ($\mu\text{mol l}^{-1}$) winter C) and summer D) and silicate ($\mu\text{mol l}^{-1}$) winter E) and summer F) at all stations in 0-10 m.)

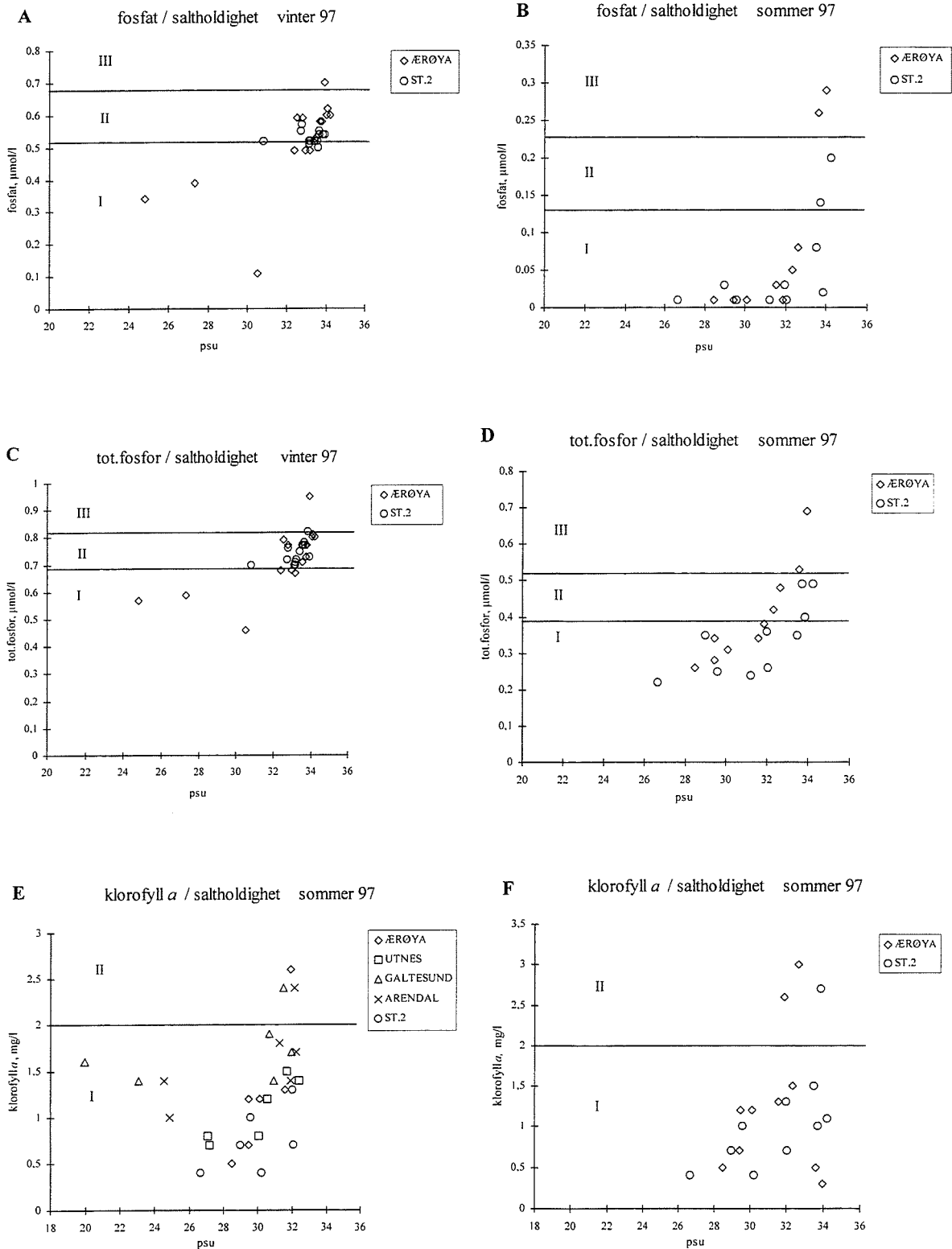
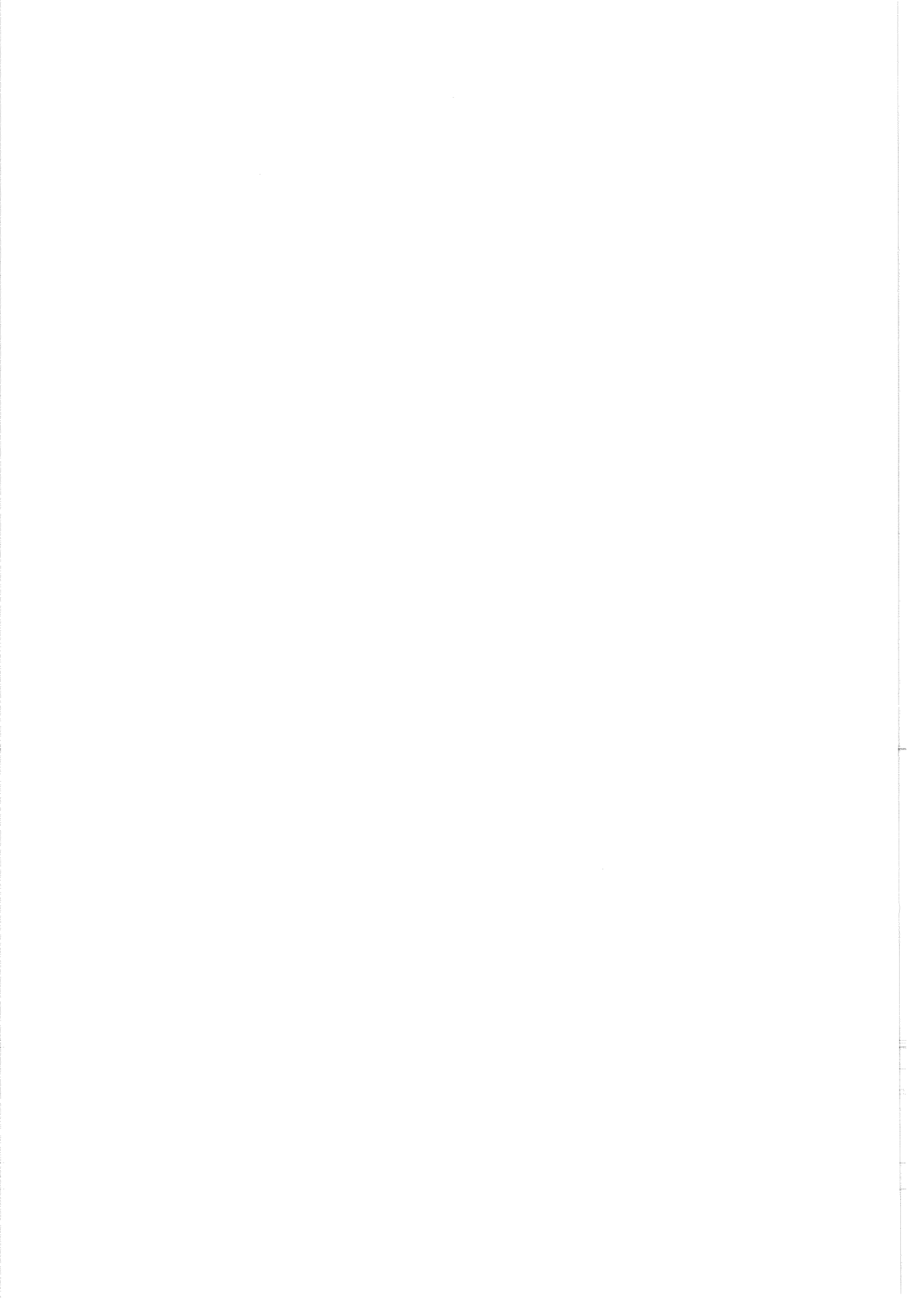


Fig. 4. Saltholdighet (psu) og fosfat ($\mu\text{mol l}^{-1}$) vinter A) og sommer B) og total fosfor ($\mu\text{mol l}^{-1}$) vinter C) og sommer D) ved Ærøya og st. 2 i 0-30 m. Saltholdighet og klorofyll a ($\mu\text{g l}^{-1}$) sommer ved alle stasjonene i 0-10 m er framstilt i E) og 0-30 m ved Ærøya og st. 2 er framstilt i F). (Salinity (psu) and phosphate ($\mu\text{mol l}^{-1}$) winter A) and summer B) and total phosphorus ($\mu\text{mol l}^{-1}$) winter C) and summer D) at Ærøya and st. 2 in 0-30 m. Salinity and chlorophyll a ($\mu\text{g l}^{-1}$) summer at all stations in 0-10 m E) and 0-30 m at Ærøya and st. 2 D).

Tabell 3. Middelerverdier og medianer for næringsstoffer ($\mu\text{mol l}^{-1}$) og klorofyll *a* ($\mu\text{g l}^{-1}$) ved alle stasjonene av målinger i 0-10 m. (*Mean values and median of nutrients ($\mu\text{mol l}^{-1}$) and chlorophyll *a* ($\mu\text{g l}^{-1}$) at all stations in 0-10 m.*)

| Stasjon | Parameter | Vinter | | Sommer | |
|-----------|--------------------|--------|--------|--------|--------|
| | | Median | Middel | Median | Middel |
| Ærøya | Fosfat | 0,49 | 0,48 | 0,01 | 0,01 |
| | Total fosfor | 0,68 | 0,70 | 0,33 | 0,32 |
| | Nitrat | 7,27 | 7,20 | 0,10 | 0,09 |
| | Total nitrogen | 17,10 | 18,20 | 12,50 | 12,47 |
| | Silikat | 5,55 | 7,53 | 0,60 | 0,79 |
| | Ammonium | 0,90 | 1,06 | 0,25 | 0,25 |
| | Klorofyll <i>a</i> | - | - | 1,20 | 1,25 |
| Utnes | Fosfat | 0,50 | 0,47 | 0,02 | 0,03 |
| | Total fosfor | 0,73 | 0,63 | 0,32 | 0,35 |
| | Nitrat | 7,31 | 7,48 | 0,13 | 0,61 |
| | Total nitrogen | 16,40 | 15,94 | 13,35 | 13,25 |
| | Silikat | 5,97 | 10,30 | 0,87 | 2,05 |
| | Ammonium | 1,00 | 1,08 | 0,45 | 0,47 |
| | Klorofyll <i>a</i> | - | - | 1,00 | 1,07 |
| Galtesund | Fosfat | 0,47 | 0,44 | 0,02 | 0,02 |
| | Total fosfor | 0,68 | 0,64 | 0,41 | 0,50 |
| | Nitrat | 7,13 | 7,23 | 0,30 | 0,56 |
| | Total nitrogen | 17,40 | 17,72 | 13,65 | 13,90 |
| | Silikat | 5,51 | 8,20 | 1,61 | 1,94 |
| | Ammonium | 0,90 | 0,77 | 0,40 | 0,38 |
| | Klorofyll <i>a</i> | - | - | 1,65 | 1,73 |
| Arendal | Fosfat | 0,47 | 0,45 | 0,03 | 0,02 |
| | Total fosfor | 0,70 | 0,69 | 0,49 | 0,49 |
| | Nitrat | 6,88 | 6,68 | 0,25 | 0,64 |
| | Total nitrogen | 16,20 | 16,53 | 15,60 | 16,20 |
| | Silikat | 5,73 | 6,93 | 1,85 | 3,19 |
| | Ammonium | 0,60 | 0,73 | 0,75 | 0,63 |
| | Klorofyll <i>a</i> | - | - | 1,55 | 1,62 |
| St. 2 | Fosfat | 0,52 | 0,52 | 0,01 | 0,02 |
| | Total fosfor | 0,72 | 0,73 | 0,26 | 0,28 |
| | Nitrat | 7,25 | 7,06 | 0,11 | 0,11 |
| | Total nitrogen | 16,80 | 17,51 | 12,50 | 14,60 |
| | Silikat | 4,92 | 4,65 | 0,12 | 0,29 |
| | Ammonium | 0,50 | 0,60 | 0,40 | 0,53 |
| | Klorofyll <i>a</i> | - | - | 0,70 | 0,75 |



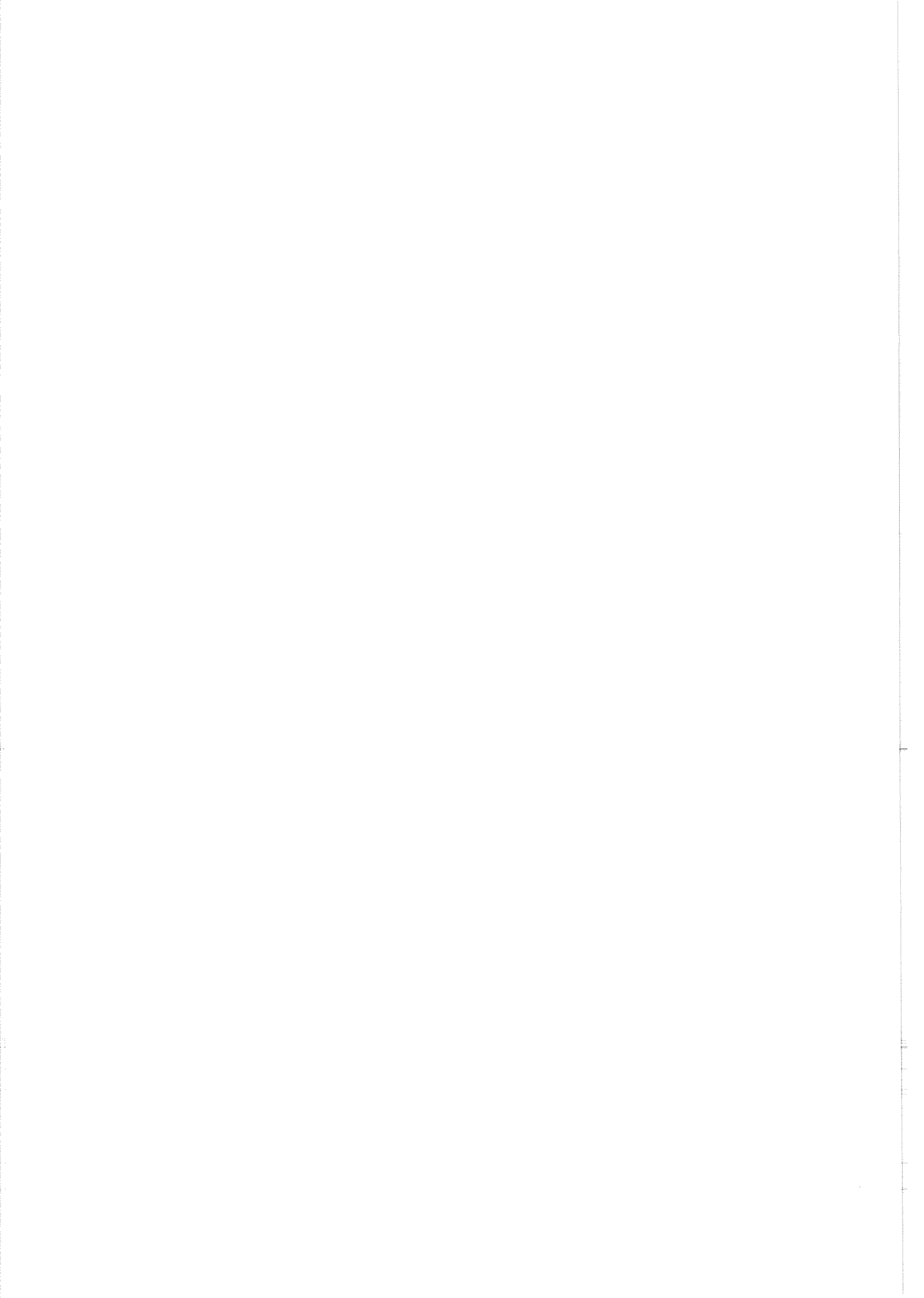
4. DISKUSJON

Klasseverdiene for næringssalter er utarbeidet av Norsk Institutt for Vannforskning ved bruk av statistikk på historiske data (RYGG 1993). En enkel revidering av det første klassifiseringssystemet (RYGG og THÉLIN 1993b) er nylig foretatt (MOLVÆR *et al.* 1997), og foreliggende data er klassifisert etter sistnevnte.

Kysten av Skagerrak har uvanlig skiftende og dynamisk hydrografi, for eksempel varierte saltholdigheten i Flødevigen i 1 m fra 9,4 til 34,0 psu i 1997 (data fra Havforskningsinstituttet Forskningsstasjonen Flødevigen). Middelerverdier for næringssalter i Skagerrak-kystvann (saltholdighet 25-32 psu) i nordvestlige Skagerrak for de siste 20 år, fra ANDERSSON (1996), er samlet i Tabell 4. Middelerverdien for fosfat var $0,60 \mu\text{mol l}^{-1}$ om vinteren, og dermed høyere enn grenseverdien for beste tilstandsklasse på $0,52 \mu\text{mol l}^{-1}$. Om sommeren var middelerverdien lavere enn grenseverdien for denne parameteren. Total fosfor viste høyere middelerverdier enn grenseverdier både vinter og sommer. Middelerverdien for vinteren var $0,95 \mu\text{mol l}^{-1}$ og $0,46 \mu\text{mol l}^{-1}$ for sommeren, og grenseverdiene er henholdsvis $0,68$ og $0,39 \mu\text{mol l}^{-1}$. Nitrat og ammonium utgjorde til sammen litt høyere middelerverdi enn grenseverdi om vinteren, men for sommeren var middelerverdien noe lavere enn grenseverdien. Det samme var tilfellet for total nitrogen.

Tabell 4. Middelerverdier for næringsstoffer ($\mu\text{mol l}^{-1}$) i vanntypen Skagerrak-kystvann (saltholdighet 25-32) i Nordvestlige Skagerrak for de siste 20 år fra ANDERSSON (1996), og øvre grense for tilstandsklasse meget god ifølge oppdatert klassifiseringssystem for vannkvalitet (MOLVÆR *et al.* 1997). (*Mean values of nutrients ($\mu\text{mol l}^{-1}$) in Skagerrak coastal water (salinity 25-32) in North Western Skagerrak for the last 20-years from ANDERSSON (1996), and upper limit for best quality according to updated classification system for water quality (MOLVÆR *et al.* 1997)*)

| Parameter | Vinter | | Sommer | |
|-------------------|--------|--------|--------|--------|
| | Middel | Grense | Middel | Grense |
| Fosfat | 0.60 | 0.52 | 0.09 | 0.13 |
| Total fosfor | 0.95 | 0.68 | 0.46 | 0.39 |
| Nitrat + ammonium | 8.85 | 8.78 | 1.85 | 2.20 |
| Total nitrogen | 21.51 | 21.07 | 14.90 | 17.90 |



I sum betyr dette at sannsynligheten for å registrere dårligere vannkvalitet enn klasse I langs kysten av Skagerrak er relativt stor om vinteren og mindre om sommeren. Parameteren total fosfor vil trolig oftest falle i klasse II eller høyere.

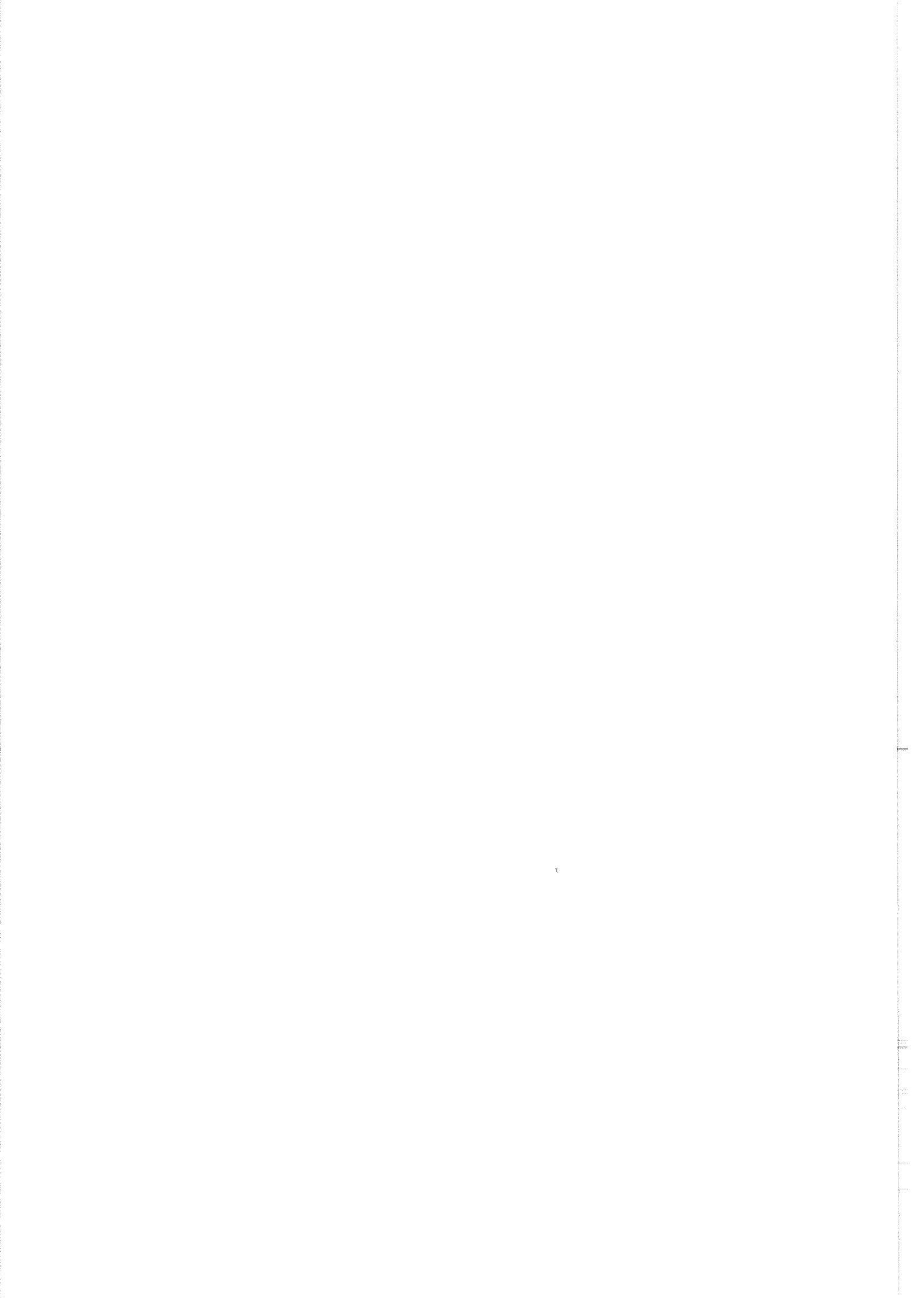
Våre middelerverdier for vinteren, Tabell 3, var lavere enn det som ble funnet av ANDERSSON (1996). Dette kan skyldes at det generelt var lite påvirkning av langtransporterte næringsalter i Skagerrak i 1997.

I tråd med ANDERSSON (1996) viste våre målinger en forskjell, spesielt for fosfat, i vannkvalitet mellom sommer og vinter, med gjennomgående bedre vannkvalitet om sommeren. For fosfat betyr det at det kan være behov for å justere balansen mellom klassekriteriene for sommer og vinter. Målingene av total fosfor, nitrat og total nitrogen viste mindre forskjell i tilstandsklassene mellom sommer og vinter, dog med tendens til å gi noe dårligere vannkvalitet om vinteren enn om sommeren.

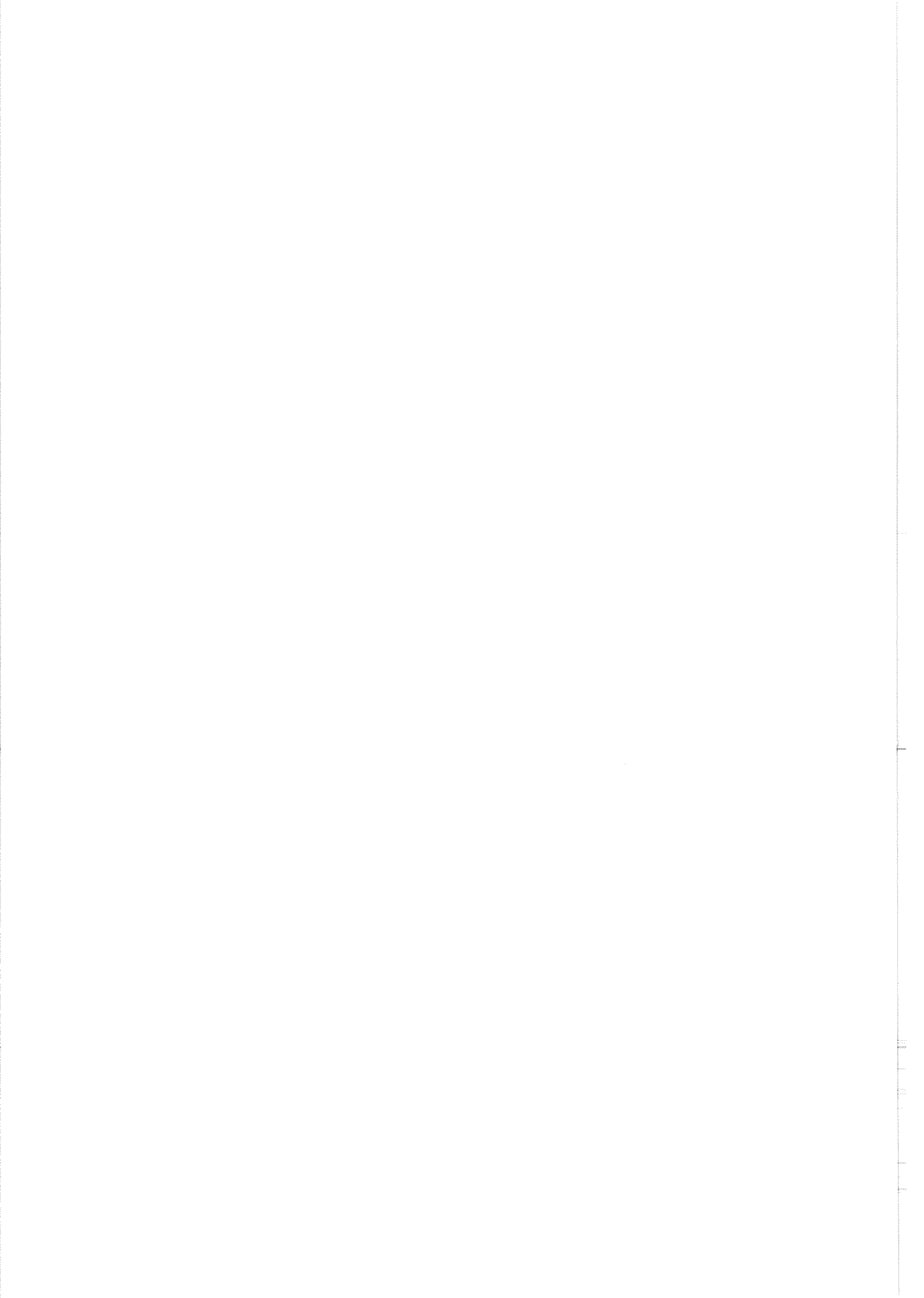
Mulige justeringer kan være å senke grenseverdien for beste tilstandsklasse for fosfat om sommeren, og/eller heve grensen for total fosfor for å harmonisere de fire parametrene. Dette underbygges av resultatene fra ANDERSSON (1996), Tabell 4, hvor middelerverdiene for fosfat (om sommeren) var godt under grensen for beste tilstandsklasse (som er $0,13 \mu\text{mol l}^{-1}$). Våre beregninger av medianer og middelerverdier viste verdier mellom 0,01 og 0,03, noe som er langt under grensen for klasse I (Tabell 2). Men dersom grensen for fosfat senkes kan dette medføre at analyseusikkerheten blir større. Strengere kriterier vil videre kunne føre til at flere målinger havner i klasse II.

Beregninger av medianer og middelerverdier viste at nesten alle var innenfor klasse I, selv om noen enkelte målinger var i klasser med dårligere vannkvalitet (Tabell 2 og 3). Ved stasjonene Galtesund og Arendal var medianer og middelerverdier for total fosfor høyere enn grenseverdien. Klorofyllverdiene passet bra overens med data for næringsalter.

Våre målinger stadfester det vanlige forhold at nitrogenmengder i de øvre vannlag, korrelerer negativt med saltholdighet, mest tydelig om vinteren, mens fosfat korrelerer positivt med saltholdigheten, også klart om vinteren. Det siste betyr at forhøyede fosfatkonsentrasjoner i overflaten om sommeren kan skyldes upwelling av litt dypereliggende, naturlig fosfatholdig vann, et forhold man bør være klar over når vannkvaliteten klassifiseres.



Det er ikke lett å spore påvirkninger av lokale utslipp til sjøen, fordi næringen brukes fort opp. Lokale kloakktslipp tilfører særlig ammonium og fosfat. Men man må være veldig nær kilden for å kunne påvise lokale utslipp. På 20 og 30 m ved stasjonen Ærøya var det noe forhøyede konsentrasjoner av fosfat og total fosfor (Fig. 4 A og B). Det er imidlertid dypere enn kvalitetskriteriene tenkes anvendt. Våre data indikerte at ammonium er en mer usikker parameter enn fosfat for å identifisere lokal påvirkning. Det skyldes blant annet at analysen for ammonium er komplisert og gir mer usikre resultater enn for fosfat (WELLS 1996, RØGEBERG *et al.* 1997)



5. KONKLUSJON

Hensikten med prosjektet var å utprøve SFT's klassifiseringssystem for fjorder og kystfarvann med vekt på virkning av næringsalter.

Generelt viste det seg at konsentrasjonen av fosfat korrelerte med saltholdigheten, mens konsentrasjonen av nitrat viste omvendt korrelasjon med saltholdigheten. Våre fosfatmålinger viste betydelig bedre vannkvalitet om sommeren enn om vinteren. Klassegrensene for denne parameteren bør muligens justeres. Dette kan gjøres ved å sette strengere krav til grenseverdier for klasse I om sommeren. De andre parametrene viste relativt bra balanse mellom sommer og vinter. Men det er en tendens til at det oftere registreres god vannkvalitet med hensyn på konsentrasjoner av fosfat, nitrat, total nitrogen og ammonium, langs kysten av Skagerrak, om sommeren enn om vinteren. Om vinteren kan det på den annen side bli vanskelig å oppnå vannkvalitet i klasse I fordi middelverdiene for alle parametrene i Skagerrak-kystvann (25-32 psu) er høyere enn grenseverdiene for klasse I.

Våre data støtter opp om at det er viktig med mange målinger, jmf. MOLVÆR *et al.* (1997) som anbefaler minst 10. MOLVÆR *et al.* (1997) påpeker også at det kan være betydelige variasjoner mellom ulike år. Brukt i lokal forvaltning er det viktig å vite hva man ønsker å oppnå med denne typen målinger. For liten innsats vil neppe gi utsagnskraftige resultater. Det kan være hensiktsmessig å redusere antall parametre og heller øke frekvensen av andre. Total fosfor og total nitrogen bør i så fall prioriteres.

På 20 og 30 m ved Ærøya målte vi forhøyede konsentrasjoner av fosfat og total fosfor, noe som kan skyldes det lokale kloakkutslippet. Kloakk inneholder også store mengder ammonium, men resultatene antyder at denne parameteren er mer usikker enn fosfat som kriterie for å identifisere områder med lokal kloakkpåvirkning.

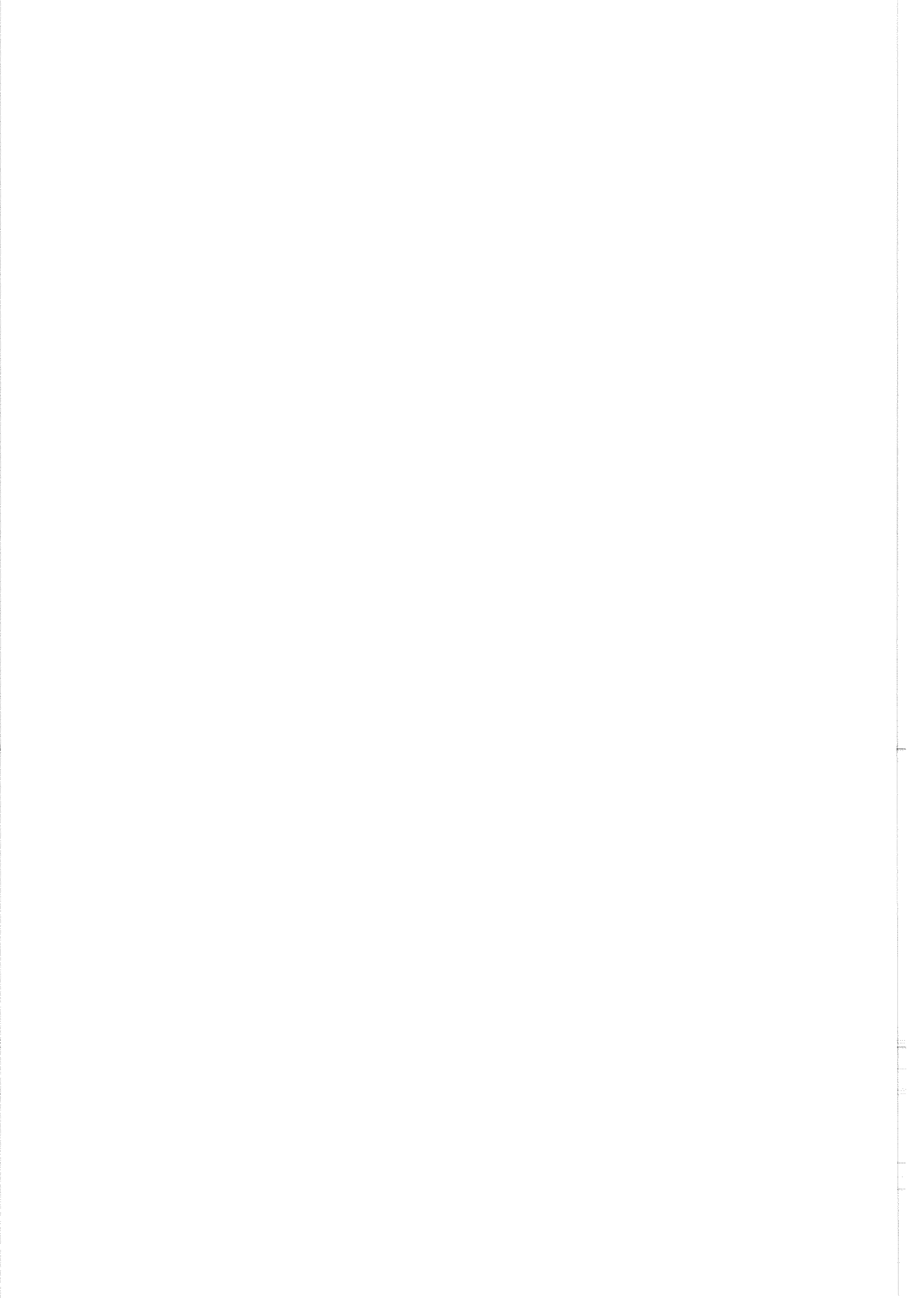
6. LITTERATUR

- ANDERSSON, L. 1996. Trends in nutrient and oxygen concentrations in the Skagerrak-Kattegat. *Journal of Sea Research* 35 (1-3): 63-71.
- AURE, J., DAHL, E., HOVIND, H. og MAGNUSSON, J. 1992. Langtidsovervåking av trofiutviklingen i kystvannet langs Sør-Norge. Hydrografi/hydrokjemi. Datarapport 1991. *NIVA-rapport 485/92*.
- JACOBSEN, T., OUG, E. og MAGNUSSON, J. 1996. Vannkvalitet i kystområdene i Arendal kommune 1992-1994. *NIVA-rapport 3378-95*.
- KRYSELL, M. 1995. Sluttrapport. Provningsjämförelse hydrografi 1995. *Vattenvårdsförbundet i Göteborgs och Bohus Län. SMHI Oceanografiska Laboratoriet*.
- MOLVÆR, J., KNUTZEN, J., MAGNUSSON, J., RYGG, B., SKEI, J. og SØRENSEN, J. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. *Veiledning nr. 97:03, SFT TA-1467/1997*.
- MOY, F., AURE, J., DAHL, E., GREEN, W. N., RYGG, B., JOHNSEN, T., LØMSLAND, E., MAGNUSSON, J., OMLI, L., PEDERSEN, A. og WALDAY, M. 1997. Langtidsovervåking av miljøkvaliteten i kystområdene av Norge. Årsrapport 1996. *NIVA-rapport 721/97*.
- PEDERSEN, A., AURE, J., DAHL, E., GREEN, W. N., JOHNSEN, T., MAGNUSSON, J., MOY, F., B., OMLI, L., RYGG, B. og WALDAY, M. 1996. Langtidsovervåking av miljøkvaliteten i kystområdene av Norge. Årsrapport 1995. Hovedrapport. *NIVA-rapport 680A/96*.
- RYGG, B. (1993). Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Næringsalter, klorofyll *a* og siktedyp. Grunnlagsrapport. *NIVA-rapport 2958*.
- RYGG, B. og THÉLIN, I. 1993a. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Virkning av næringsalter. *Veiledning nr. 93:04, SFT TA-924/1993*.
- RYGG, B. og THÉLIN, I. 1993b. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Kortversjon. *Veiledning nr. 93:02, SFT TA-922/1993*.
- RØGEBERG, E., SØRENESEN, K., JÅVOLD, T. og OMLI, L. 1997. Langtidsovervåking av miljøkvaliteten i kystområdene av Norge. Hydrografi/hydrokjemi. Datarapport 1996. *NIVA-rapport 722/97*.
- WELLS, D. E. 1997. Quasimeme laboratory performance studies. Round 8. AQ-1 nutrients in seawater. Exercise 305. *The Quasimeme II International Laboratory Performance Studies, FRS Marine Laboratory*.

Appendiks 1

Saltholdighet (psu), temperatur (°C), næringsaltsdata ($\mu\text{mol l}^{-1}$) og klorofyll *a* ($\mu\text{g l}^{-1}$) på stasjonene Ærøya, Utnes, Galtesund og Arendal gjennom 1997. (Salinity (psu), temperature (°C), nutrients ($\mu\text{mol l}^{-1}$) and chlorophyll *a* ($\mu\text{g l}^{-1}$) at stations Ærøya, Utnes, Galtesund and Arendal in 1997.)

| Ærøya | | | | | | | | | | |
|--------|-----|--------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-----|---------|
| Dato | Dyp | salth. | temp. | PO4 | NO3 | SiO3 | Tot.N | Tot.P | NH4 | KL.F. A |
| 27.jan | 0 | 30,530 | 3,77 | 0,11 | 6,81 | 15,79 | 21,9 | 0,46 | 0,9 | - |
| | 5 | 32,523 | 5,35 | 0,59 | 7,27 | 5,85 | 17,1 | 0,79 | 0,4 | - |
| | 10 | 32,767 | 5,62 | 0,59 | 7,04 | 5,55 | 17,0 | 0,77 | 0,1 | - |
| | 20 | 33,700 | 6,57 | 0,58 | 6,44 | 5,00 | 15,2 | 0,73 | 0,1 | - |
| | 30 | 33,765 | 6,62 | 0,58 | 6,47 | 4,94 | 17,1 | 0,77 | 0,2 | - |
| 10.feb | 0 | 27,330 | 4,49 | 0,39 | 8,41 | 11,52 | 18,6 | 0,59 | 0,6 | - |
| | 5 | 33,917 | 5,56 | 0,70 | 7,78 | 5,43 | 19,1 | 0,95 | 3,5 | - |
| | 10 | 34,025 | 5,51 | 0,60 | 7,41 | 5,17 | 16,5 | 0,80 | 0,2 | - |
| | 20 | 34,069 | 5,57 | 0,62 | 7,78 | 5,43 | 16,5 | 0,81 | 0,7 | - |
| | 30 | 34,188 | 5,98 | 0,60 | 7,49 | 5,45 | 16,8 | 0,80 | 0,5 | - |
| 24.feb | 0 | 24,807 | 3,64 | 0,34 | 8,16 | 12,90 | 21,7 | 0,57 | 1,6 | - |
| | 5 | 32,378 | 4,27 | 0,49 | 5,98 | 2,93 | 15,7 | 0,68 | 1,0 | - |
| | 10 | 32,935 | 4,31 | 0,49 | 5,95 | 2,66 | 16,2 | 0,68 | 1,2 | - |
| | 20 | 33,156 | 4,41 | 0,49 | 5,85 | 2,53 | 18,2 | 0,67 | 1,0 | - |
| | 30 | 33,497 | 4,66 | 0,53 | 6,29 | 2,91 | 16,7 | 0,71 | 1,1 | - |
| 11.aug | 0 | 28,488 | 20,31 | 0,01 | 0,03 | 0,27 | 12,1 | 0,26 | 0,1 | 0,5 |
| | 5 | 30,118 | 19,09 | 0,01 | 0,09 | 0,53 | 12,5 | 0,31 | 0,2 | 1,2 |
| | 10 | 31,876 | 16,89 | 0,01 | 0,10 | 0,61 | 12,3 | 0,38 | 0,2 | 2,6 |
| | 20 | 32,653 | 15,20 | 0,08 | 0,30 | 1,70 | 14,1 | 0,48 | 0,5 | 3,0 |
| | 30 | 33,966 | 12,13 | 0,29 | 0,97 | 2,78 | 14,6 | 0,69 | 3,3 | 0,3 |
| 25.aug | 0 | 29,439 | 19,79 | 0,01 | 0,07 | 0,58 | 12,9 | 0,28 | 0,3 | 0,7 |
| | 5 | 29,459 | 19,75 | 0,01 | 0,11 | 1,19 | 12,5 | 0,34 | 0,4 | 1,2 |
| | 10 | 31,573 | 18,20 | 0,03 | 0,11 | 1,54 | 12,5 | 0,34 | 0,3 | 1,3 |
| | 20 | 32,354 | 17,58 | 0,05 | 0,23 | 1,83 | 12,8 | 0,42 | 0,6 | 1,5 |
| | 30 | 33,603 | 14,45 | 0,26 | 0,76 | 2,85 | 15,0 | 0,53 | 2,7 | 0,5 |
| Utnes | | | | | | | | | | |
| Dato | Dyp | salth. | temp. | PO4 | NO3 | SiO3 | Tot.N | Tot.P | NH4 | KL.F. A |
| 27.jan | 0 | 29,662 | 3,33 | 0,24 | 7,67 | 17,49 | 8,6 | 0,43 | 1,0 | - |
| | 5 | 32,587 | 5,47 | 0,59 | 7,31 | 5,85 | 17,0 | 0,80 | 0,6 | - |
| | 10 | 33,102 | 5,89 | 0,61 | 7,26 | 5,69 | 17,0 | 0,76 | 0,8 | - |
| 10.feb | 0 | 29,801 | 4,79 | 0,36 | 8,16 | 22,39 | 14,5 | 0,36 | 1,0 | - |
| | 5 | 34,009 | 5,50 | 0,64 | 7,36 | 5,97 | 16,1 | 0,79 | 0,6 | - |
| | 10 | 33,959 | 5,60 | 0,64 | 7,27 | 6,05 | 16,1 | 0,76 | 0,3 | - |
| 24.feb | 0 | 21,629 | 3,17 | 0,17 | 10,36 | 23,58 | 20,9 | 0,37 | 2,7 | - |
| | 5 | 32,871 | 4,21 | 0,48 | 5,95 | 2,92 | 16,9 | 0,69 | 1,2 | - |
| | 10 | 33,042 | 4,40 | 0,50 | 5,94 | 2,75 | 16,4 | 0,73 | 1,5 | - |
| 11.aug | 0 | 27,087 | 19,90 | 0,01 | 0,05 | 0,67 | 11,4 | 0,26 | 0,2 | 0,8 |
| | 5 | 30,076 | 18,85 | 0,01 | 0,10 | 0,42 | 12,5 | 0,28 | 0,3 | 0,8 |
| | 10 | 31,694 | 17,27 | 0,02 | 0,14 | 0,48 | 11,4 | 0,56 | 0,2 | 1,5 |
| 25.aug | 0 | 27,205 | 19,72 | 0,01 | 3,04 | 7,85 | 14,5 | 0,24 | 0,6 | 0,7 |
| | 5 | 30,553 | 19,18 | 0,04 | 0,11 | 1,06 | 14,2 | 0,35 | 0,6 | 1,2 |
| | 10 | 32,390 | 17,38 | 0,06 | 0,19 | 1,82 | 15,5 | 0,39 | 0,9 | 1,4 |



Appendiks 1 fortsetter

| Galtesund | | | | | | | | | | |
|-----------|-----|--------|-------|------|------|-------|-------|-------|-----|---------|
| | Dyp | salth. | temp. | PO4 | NO3 | SiO3 | Tot.N | Tot.P | NH4 | KL.F. A |
| 27.jan | 0 | 25,280 | 1,41 | 0,16 | 5,67 | 13,13 | 17,4 | 0,41 | 1,1 | - |
| | 5 | 30,108 | 2,84 | 0,47 | 6,30 | 5,14 | 18,8 | 0,74 | 0,5 | - |
| | 10 | 33,269 | 6,18 | 0,59 | 7,13 | 5,51 | 17,3 | 0,78 | 0,1 | - |
| 10.feb | 0 | 32,142 | 5,94 | 0,26 | 8,89 | 15,57 | 17,6 | 0,55 | 0,9 | - |
| | 5 | 33,964 | 6,38 | 0,63 | 7,80 | 5,66 | 17,4 | 0,68 | 0,1 | - |
| | 10 | 34,041 | 6,41 | 0,62 | 7,78 | 5,43 | 14,6 | 0,66 | 0,1 | - |
| 24.feb | 0 | 24,364 | 3,31 | 0,29 | 9,21 | 15,29 | 21,5 | 0,56 | 1,9 | - |
| | 5 | 32,355 | 4,21 | 0,45 | 6,34 | 4,69 | 19,5 | 0,68 | 1,2 | - |
| | 10 | 33,082 | 4,60 | 0,50 | 5,97 | 3,34 | 15,4 | 0,70 | 1,0 | - |
| 11.aug | 0 | 19,971 | 21,37 | 0,02 | 1,67 | 0,06 | 14,8 | 0,33 | 0,4 | 1,6 |
| | 5 | 30,625 | 17,23 | 0,03 | 0,36 | 1,78 | 15,9 | 0,97 | 0,5 | 1,9 |
| | 10 | 31,466 | 15,69 | 0,02 | 0,23 | 1,66 | 13,1 | 0,43 | 0,2 | 2,4 |
| 25.aug | 0 | 23,057 | 20,30 | 0,01 | 0,89 | 5,24 | 14,1 | 0,34 | 0,6 | 1,4 |
| | 5 | 30,910 | 18,55 | 0,02 | 0,07 | 1,32 | 12,3 | 0,51 | 0,2 | 1,4 |
| | 10 | 31,967 | 17,69 | 0,03 | 0,11 | 1,56 | 13,2 | 0,39 | 0,4 | 1,7 |

| Arendal | | | | | | | | | | |
|---------|-----|--------|-------|------|------|-------|-------|-------|-----|---------|
| | Dyp | salth. | temp. | PO4 | NO3 | SiO3 | Tot.N | Tot.P | NH4 | KL.F. A |
| 27.jan | 0 | 26,321 | 1,36 | 0,10 | 5,13 | 4,15 | 11,1 | 0,55 | 0,6 | - |
| | 5 | 29,581 | 2,84 | 0,37 | 5,24 | 4,34 | 13,9 | 0,70 | 0,4 | - |
| | 10 | 32,201 | 5,18 | 0,58 | 7,06 | 5,93 | 15,3 | 0,77 | 0,2 | - |
| 10.feb | 0 | 29,727 | 5,41 | 0,40 | 7,62 | 13,44 | 18,1 | 0,61 | 0,8 | - |
| | 5 | 33,984 | 6,29 | 0,63 | 6,88 | 5,73 | 18,1 | 0,75 | 0,1 | - |
| | 10 | 34,117 | 6,33 | 0,61 | 7,12 | 5,82 | 18,6 | 0,79 | 0,2 | - |
| 24.feb | 0 | 27,624 | 3,73 | 0,34 | 9,31 | 16,46 | 22,0 | 0,61 | 2,4 | - |
| | 5 | 31,727 | 4,13 | 0,47 | 5,84 | 3,42 | 16,2 | 0,73 | 1,0 | - |
| | 10 | 32,822 | 4,50 | 0,51 | 5,94 | 3,06 | 15,5 | 0,70 | 0,9 | - |
| 11.aug | 0 | 24,889 | 19,68 | 0,01 | 0,75 | 5,62 | 15,3 | 0,54 | 0,3 | 1,0 |
| | 5 | 31,237 | 15,89 | 0,01 | 0,11 | 1,56 | 15,5 | 0,46 | 0,2 | 1,8 |
| | 10 | 32,113 | 14,18 | 0,03 | 0,26 | 1,79 | 17,6 | 0,44 | 0,7 | 2,4 |
| 25.aug | 0 | 24,561 | 20,26 | 0,02 | 2,31 | 6,74 | 15,0 | 0,51 | 0,8 | 1,4 |
| | 5 | 31,875 | 17,91 | 0,03 | 0,14 | 1,55 | 18,1 | 0,39 | 1,0 | 1,4 |
| | 10 | 32,235 | 17,12 | 0,04 | 0,24 | 1,90 | 15,7 | 0,58 | 0,8 | 1,7 |